МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
_____ В.А. Небольсин
«16» декабря 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины
«Техническая диагностика РЭС»

Направление подготовки 11.03.03 – Конструирования и технология электронных средств
Профиль Проектирование и технология радиоэлектронных средств
Квалификация выпускника Бакалавр
Нормативный период обучения 4 года / 4 года 11 месяцев
Форма обучения Очная / Заочная
Год начала подготовки 2023 г.

Автор программы _____ /Башкиров А.В./

Заведующий кафедрой
конструирования и производства
радиоаппаратуры _____ /Башкиров А.В./

Руководитель ОПОП _____/Пирогов А.А./

Воронеж 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Состоит в изучении методов и устройств технической диагностики радиоэлектронных средств с целью повышения их качества. надежности, технологичности и экономической эффективности.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Освоение методологии и приобретение знаний и навыков для проведения технической диагностики РЭС, изучение назначения и принципов действия основных методов технической диагностики РЭС, приобретение навыков диагностирования РЭС. Практическое освоение методик технической диагностики сложных радиоэлектронных электронных средств при одновременном воздействии механических и климатических факторов, воздействий электрических, магнитных и электромагнитных полей с учетом технологичности и экономичности. Приобретение навыков, необходимых для оформления расчетно-конструкторской документации согласно ЕСТП, ЕСКД, ОСТП и ГОСТ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Техническая диагностика РЭС» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Техническая диагностика РЭС» направлен на формирование следующей компетенции:

ПК-1-способен обеспечивать технологическую подготовку производства;
ПК-3-способен разрабатывать программы и методики испытаний радиоэлектронных устройств

Компетенция	**Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции**
ПК-1	знать методы профилактического осмотра и текущего ремонта.
	уметь осуществлять проверку технического состояния и остаточного ресурса оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт.
	владеть навыками составления и адаптации методик и программ испытаний на различные изделия
ПК-3	знать - основные понятия и методы контроля и диагностики электронных средств;

	- понятия об автоматических системах контроля и диагностики электронных средств и видах функционального и тестового диагностирования.
	уметь применять методы контроля и диагностирования процессов передачи и преобразования двоичной информации.
	владеть навыками моделирования неисправностей и алгоритмическими методами диагностирования.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Техническая диагностика РЭС» составляет 6 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
Аудиторные занятия (всего)	78	78
В том числе:		
Лекции	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	42	42
Самостоятельная работа	111	111
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	27	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	 216 6	 216 6

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
Аудиторные занятия (всего)	12	12
В том числе:		
Лекции	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
Самостоятельная работа	199	199
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		

академические часы зач.ед.	216 6	216 6

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Все го, час
1	Основы теории испытаний. Внутренние и внешние факторы воздействия на ЭС, контроль и испытание	Цель и задачи курса. Основные понятия и определения. Внутренние факторы – процессы старения и износа последствия выделения тепловой энергии электро-элементов, вибрации при работе электрических моторов. Внешние воздействующие факторы: действие окружающей среды (радиация, влажность, удары, вибрация..) Контроль приборов-измерение параметров при нормальных условиях эксплуатации. Испытание проборов - измерение параметров при одновременном воздействии внешних факторов	6	-	8	18	32
2	Контроль и испытания РЭС .Испытания на механические воздействия.	Проведение испытаний на воздействие вибраций Первая группа-операции измерения параметров испытательного режима. Вторая группа-измерение параметров испытуемого изделия. Третья группа-сбор и обработка результатов измерений испытуемого изделия. Определение резонансных частот. испытания на вибропрочность и виброустойчивость. Виды вибростендов. Структурные схемы виброустановок. Испытания на воздействия ударов. Модель системы испытаний на вибрацию и удар. Виды ударных стендов. Структурные схемы систем управления механическими испытаниями. Автоматизированный участок механических испытаний РЭС. Центр испытаний и развитие сети испытательных станций-основа успеха в повышении качества РЭС.	6	-	8	18	32
3	Испытания на климатические	Классификация климатических испытательных камер и их классифи-	6		8	18	32

	воздействия. Техническое обеспечение испытаний	кация. Испытания на повышенные и пониженные температуры. Термодатчики. Испытания на воздействия солнечного излучения. Испытания на воздействия соляного тумана. Испытания на воздействие пыли. Испытательная камера на воздействие пыли					
4	Испытание на биологическое, химическое и технологическое воздействия..	В процессе функционирования РЭС подвергается воздействию плесневых грибков, ржавчины, что приводит как правило, к отказу радиоэлектронных средств. В связи с этим проводятся испытания для оценки устойчивости РЭС на отмеченные воздействия. При проведении испытаний на биологическое воздействие определяется состав спор.	6	-	6	18	30
5	Испытание РЭС на воздействие ионизирующего излучения.	Испытание РЭС на воздействие ионизирующего излучения. Виды ионизирующего излучения. Цели определительных и контрольных испытаний на показатели надежности.	6	-	6	20	32
6	Испытания на надежность, безотказность и ремонтнопригодность	Цели определительных и контрольных испытаний на показатели надежности. Контрольные испытания на надежность(испытания на безотказность, на ремонтнопригодность, на сохраняемость, на долговечность).	6	-	6	19	31
		Итого	**36**	**-**	**42**	**111**	**189**

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основы теории испытаний. Внутренние и внешние факторы воздействия на ЭС, контроль и испытание	Цель и задачи курса. Основные понятия и определения .Внутренние факторы – процессы старения и износа последствия выделения тепловой энергии электро-элементов, вибрации при работе электрических моторов. Внешние воздействующие факторы: действие окружающей среды (радиация, влажность, удары, вибрация..) Контроль приборов-измерение параметров при нормальных условиях эксплуатации. Испытание проборов - измерение параметров при одновременном	1	-	2	32	35

		воздействии внешних факторов					
2	Контроль и испытания РЭС .Испытания на механические воздействия.	Проведение испытаний на воздействие вибраций Первая группа-операции измерения параметров испытательного режима. Вторая группа-измерение параметров испытуемого изделия. Третья группа-сбор и обработка результатов имерений испытуемого изделия. Определение резонансных частот. испытания на вибропрочность и виброустойчивость. Виды вибростендов. Структурные схемы виброустановок. Испытания на воздействия ударов. Модель системы испытаний на вибрацию и удар. Виды ударных стендов. Структурные схемы систем управления механическими испытаниями. Автоматизированный участок механических испытаний РЭС. Центр испытаний и развитие сети испытательных станций-основа успеха в повышении качества РЭС		-	2	32	34
3	Испытания на климатические воздействия. Техническое обеспечение испытаний	Классификация климатических испытательных камер и их классификация. Испытания на повышенные и пониженные температуры. Термодатчики. Испытания на воздействия солнечного излучения. Испытания на воздействия соляного тумана. Испытания на воздействие пыли. Испытательная камера на воздействие пыли	0.5	-	1	33	34.5
4	Испытание на биологическое, химическое и технологическое воздействия..	В процессе функционирования РЭС подвергается воздействию плесневых грибков, ржавчины, что приводит как правило, к отказу радиоэлектронных средств. В связи с этим проводятся испытания для оценки устойчивости РЭС на отмеченные воздействия. При проведении испытаний на биологическое воздействие определяется состав спор	0.5	-	1	33	34.5
5	Испытание РЭС на воздействие ионизирующего излучения.	Испытание РЭС на воздействие ионизирующего излучения. Виды ионизирующего излучения. Цели определительных и контрольных испытаний на показатели надежности.	1	-	1	32	34
6	Испытания на надежность, без-	Цели определительных и контрольных испытаний на показатели на-	1	-	1	33	35

	отказность и ремонтнопригодность	дежности. Контрольные испытания на надежность(испытания на безотказность, на ремонтнопригодность, на сохраняемость, на долговечность).					
		Итого	**4**		**8**	**195**	**207**

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Применение программного комплекса Creo для анализа механических и тепловых нагрузок приборов;
2. Методы испытаний РЭС на механическую устойчивость;
3. Испытания на безотказность;
4. Расчет надежности радиоэлектронных средств на ЭВМ;
5. Расчет теплового режима радиоэлектронных средств на ЭВМ;
6. Расчет механических воздействий блоков РЭС на ЭВМ;
7. Граничные и матричные испытания РЭС;

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 4 семестре для очной и заочной форм обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Разработка методов и средств технической диагностики носимой КВ радиостанции на прочность при ударе».

Темой курсовой работы может являться разработка технического диагностирования наземного, бортового или морского радиоэлектронного устройства различного функционального назначения и задачи, связанные с оптимизацией в области диагностирования электронных средств. Курсовые работы исследовательского профиля связаны с теоретическими и экспериментальными исследованиями в области защиты радио электронных средств от внешних воздействий.

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

•быть выполненной на достаточном теоретическом уровне;

•включать анализ не только теоретического, но и эмпирического материала;

•основываться на результатах самостоятельного исследования, если этого требует тема;

•иметь обязательные самостоятельные выводы после каждой главы и в заключении работы;

•иметь необходимый объем;

•быть оформленной по стандарту и выполненной в указанные сроки.

Работа над темой состоит из трех этапов: подготовительного, рабочего и заключительного.

Курсовая работа включат расчетно-пояснительную записку и графическую часть.

Выполнение контрольных работ не предусмотрено учебным планом дисциплины.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	знать методы профилактического осмотра и текущего ремонта.	Активная работа на лабораторных и практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь осуществлять проверку технического состояния и остаточного ресурса оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт.	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	владеть навыками составления и адаптации методик и программ испытаний на различные изделия	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	знать - основные понятия и методы контроля и диагностики электронных средств; - понятия об автоматических системах контроля и диагностики электронных средств и видах функционального и тестового диагностирования.	Активная работа на лабораторных и практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь применять методы контроля и диагностирования процессов передачи и преобразования двоичной информации.	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками моделирования неисправностей и алгоритмическими методами диагностирования.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 семестре для очной и заочной форм обучения по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ПК-1	знать методы профилактического осмотра и текущего ремонта.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь осуществлять проверку технического состояния и остаточного ресурса оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками составления и адаптации методик и программ испытаний на различные изделия	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-3	знать - основные понятия и методы контроля	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	и диагностики электронных средств; - понятия об автоматических системах контроля и диагностики электронных средств и видах функционального и тестового диагностирования.					
	уметь применять методы контроля и диагностирования процессов передачи и преобразования двоичной информации.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками моделирования неисправностей и алгоритмическими методами диагностирова-	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	ния.					

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Что представляет собой контроль РЭС ?
Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):
а) измерение параметров радиоэлектронной аппаратуры при нормальных условиях;
б) это измерение параметров радиоэлектронной аппаратуры при механических воздействиях;
в) это измерение параметров радиоэлектронной аппаратуры при климатических воздействиях;

2. Что характеризует вибропрочность РЭС ?
Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):
а) устойчивость параметров работы РЭС;
б) устойчивость конструкции РЭС;
в) последовательный выход из строя блоков РЭС;
г) все варианты правильные.

3. Какие основных требования, предъявляют к ЭРС при вибрационных воздействиях.
Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):
а) устойчивость к вибрации;
б) устойчивость к температурным перепадам;
в) устойчивость к радиации;
г) устойчивость к низким температурам.

4. Для чего необходима систематизация факторов, влияющих на работу РЭС ?
Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):
а) чтобы наиболее эффективно организовать моделирование;
б) для контроля над качеством конструкций РЭС;
в) для выявления ошибок при проектировании;
г) чтобы наиболее эффективно организовать процесс проектирования при определенном уровне знаний о нем

5. Какие факторы влияют на процесс испытания РЭС и определяют результат ?
Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

а) системные и условия эксплуатации;
б) факторы окружающей среды;
в) человеческие факторы;
г) все перечисленные факторы.

6. В каких единицах измеряется надежность РЭС ?
а) в амперах;
б) безразмерная величина,;
в) в пикафорадах;
г) в процентах;
д) в децибелах

7. Наличие паразитных связей в ЭС обусловлено:
Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):
а) увеличением плотности токов в схемах;
б) применением систем на кристалле;
в) повышение плотности электромонтажа в пределах полупроводниковых ИМС;
г) применение многоуровневой разводки;
д) снижение напряжения питания.

8. Под механическим колебанием элементов аппаратуры или конструкции в целом понимается:
Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):
а) перегрузка;
б) вибрация;
в) тряска;
г) толчки.

9**. Нормальными климатическими условиями принято считать температуру...**
Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):
а) от -1 C^0 до 10 C^0;
б) от -15 C^0 до 45 C^0;
в) от +3 C^0 до +25 C^0;
г) от 15 C^0 до 30 C^0

10. Виброчастотная характеристика объекта позволяет:
Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):
а) определить собственную частоту;
б) определить коэффициент передачи колебаний;
в) при известном диапазоне внешних воздействий - определить защищенность объекта и предложить способ повышения защищенности;
г) все ответы не полные

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Назовите материал с высокими демпферными характеристиками:
Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):
а) фетр;
б) резина;
в) эпоксидная смола;
г) керамика.

2. Назовите металл с самой высокой коррозийной стойкостью:
Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):
а) медь (Cu);
б) железо (Fe);
в) алюминий (Al);
г) свинец (Pb).

3. Этапы развития конструкций приборов:
Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):
а) системотехнический;
б) математический;
в) схемотехнический;
г) конструкторско-технологический;
д) инновационный.

4. Показатели приборов:
Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):
а) транспортно-заготовительные;
б) конструктивные;
в) технологические;
г) инновационные
д) экономические;
е) эксплуатационные.

5. ТЗ на изготовление прибор формируется на основании ...
Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):
а) назначения изделия;
б) заявки на разработку;
в) технических требований;
г) желания заказчика.

6. Вибрацию свыше 140 дБ считают:
Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):
а) полигармонической вибрацией;
б) линейным ускорением;

в) гармонической вибрацией;
г) акустическим шумом.

7. Основные проблемы конструирования и производства радиоэлектронных средств:
Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):
а) миниатюризация;
б) повышение КПД;
в) увеличение размеров радиоэлектронных модулей;
г) повышение потребляемой мощности радиоэлектронных средств.

8. Защиты конструкции с перфорированными оболочками приводит к:
Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):
а) повышению теплообмена по сравнению с монолитными;
б) перегреву РЭ изделия;
в) все ответы правильные;
г) значительному уменьшению геометрических размеров конструкции.

9. Влияние влаги на РЭС приводит к изменению свойств материалов элементов Г конструкции S, в свою очередь приводящие к изменению:
Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):
а) свойств самих элементов Г, а затем - систем S;
б) свойств системы S, а затем элементов Г;
в) повышению расходов на эксплуатацию;
г) все ответы неправильные.

10. К чему приводит наличие влажности на поверхности полупроводниковых приборов?
Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):
а) к электрохимической и химической коррозии;
б) к накоплению зарядов в полупроводнике под влиянием поверхностных ионов;
в) к увеличению диэлектрической проницаемости;
г) к потере и утечке в диэлектриках.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Радиоэлектронное средство состоит из трех модулей, с интенсивностями отказов: $\lambda_1=10^{-6}$ ч$^{-1}$; $\lambda_2=10^{-5}$ ч$^{-1}$; $\lambda_3=10^{-4}$ ч$^{-1}$. Второй модуль проработал исправно 100 часов, а третий 200 часов. Первый модуль работал исправно 300 часов. Требуется найти вероятность безотказной работы всего радиоэлектронного средства за 300 часов работы.
Варианты ответа:

а) 0,967;
б) 0,972;
в) 0,981;
г) 0,985;
д) 0,992.

2. Известно, что вероятность исправной работы ЭС на интервале времени от 100 до 200 часов составила 0,98. Число испытываемых изделий N_0= 1000 шт., число отказов в указанном интервале – 5. Требуется найти число ЭС исправных к моменту 100 и 200 часов.
Варианты ответа:
а) 220 и 215;
б) 225 и 235;
в) 230 и 240;
г) 240 и 240;
д) 250 и 245.

3. Время восстановления ЭС равно 5 часам при вероятности безотказной работы 0,9 и времени выполнения задания $P(t_з)$=0,81. Требуется рассчитать: время работы; коэффициент готовности; время наработки на отказ.
Варианты ответа:
а) 32 часа; 0,485; 10,3 часа;
б) 47 часов; 0,562; 12 часов;
в) 64 часа; 0,729; 13,5 часов;
г) 72 часа; 0,853; 15,5 часов;
д) 82 часа; 0,922; 17,5 часов.

4. В процессе приработки электронных средств из 120 штук вышло из строя 10. Требуется вычислить вероятность исправной работы и вероятность отказа ЭС на начальном этапе эксплуатации.
Варианты ответа:
а) 0,68 и 0,02;
б) 0,72 и 0,04;
в) 0,76 и 0,05;
г) 0,82 и 0,07;
д) 0,92 и 0,08.

5. Интенсивность отказов радиоэлектронных компонентов зависит от времени и выражается функцией ожидаемой интенсивности отказа $\lambda(t) = \frac{k^2 t}{1+kt}$. Требуется найти зависимость от времени вероятности безотказной работы изделия. Определить вероятность безотказной работы за 100 часов, если
$k=2\cdot10^{-4}$ ч$^{-1}$.

Варианты ответа:
а) 0,975;
б) 0,897;
в) 0,998;
г) 0,796;
д) 0,97.

6. Радиоэлектронная система состоит из пяти резервных блоков. Вероятность отказа каждого из блоков за время *t* равна 0,25. Требуется определить вероятность того, что за время *t* будет исправен хотя бы один блок; откажут все пять блоков.
Варианты ответа:
а) 0,011; 0,002;
б) 0,013; 0,011;
в) 0,012; 0,001;
г) 0,015; 0,022;
д) 0,015; 0,001.

7. Амперметр с пределами измерений I_n показывает I_x. Погрешность от подключения амперметра в цепь *Δs*. Среднее квадратическое отклонение показаний прибора σ_I. Требуется рассчитать доверительный интервал для истинного значения измеряемой силы тока цепи с вероятностью P = 0,9544 (t_p=2). Исходные данные: I_n = 10 А, I_n = 9 А, Δs = +0,4 А, σ_I = 0,4 А.
Варианты ответа:
а) [6,2; 7,8];
б) [6,9; 8,3];
в) [7,8; 9,4];
г) [8,4; 8,9];
д) [9,0; 9,9].

8. Определите потери в свободном пространстве сигнала с частотой 30 ГГц при распространении на расстояние 1 км в разах и дБ.
Варианты ответа:
а) $1{,}12 \cdot 10^{10}$ раз и 251,1 дБ;
б) $1{,}58 \cdot 10^{12}$ раз и 121,98 дБ;
в) $1{,}22 \cdot 10^{9}$ раз и 96,33 дБ;
г) $1{,}22 \cdot 10^{14}$ раз и 144,11 дБ;
д) $1{,}58 \cdot 10^{12}$ раз и 121,98 дБ.

9. Требуется изолировать плоскую поверхность таким образом, чтобы потеря тепла с единицы поверхности в единицу времени была не больше 450 Вт/м^2. Под изоляцией температура поверхности 450 ℃, а температура

внешней поверхности теплоизоляции 50 °С. Требуется определить толщину изоляции если: а) изоляция сделана из совелита (λ=0,09+0,0000872·*t* Вт/(м·К)); б) изоляция сделана из асботермита (λ=0,109+0,000146·*t* Вт/(м·К)).

Варианты ответа:

а) δ_1=0,0994 м; δ_2=0,129 м;

б) δ_1=0,0788 м; δ_2=0,11 м;

в) δ_1=0,12 м; δ_2=0,33 м;

г) δ_1=1,2998 м; δ_2=0,312 м;

д) δ_1=0,0054 м; δ_2=0,009 м.

10. Пластинчатый радиатор длиной l=0,2 м, шириной a=0,15 м охлаждается обтекаемым потоком воздуха с температурой t_0=20 °С. Скорость набегающего потока воздуха w_0=3м/с. Температура поверхности радиатора t_p=90 °С. Найдите коэффициент теплоотдачи радиатора и количество отдаваемой теплоты. Следует считать режим движения воздушной среды ламинарным и охлаждается только одна сторона радиатора.

Варианты ответа:

а) Коэффициент теплоотдачи α=2,65 Вт/(м^2·К); Q=8 Вт;

б) Коэффициент теплоотдачи α=4,87 Вт/(м^2·К); Q=10 Вт;

в) Коэффициент теплоотдачи α=5,32 Вт/(м^2·К); Q=12 Вт;

г) Коэффициент теплоотдачи α=6,12 Вт/(м^2·К); Q=14 Вт;

д) Коэффициент теплоотдачи α=7,52 Вт/(м^2·К); Q=15 Вт.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает проведение зачета.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Цель и условия проведения испытаний на воздействие пониженной температуры. Способы охлаждения.
2. Датчики на минусовые температуры. Методы испытаний.
3. Цель и условия проведения испытаний на воздействие циклического изменения температуры и термоудар. Особенности комбинированных камер.
4. Термодатчики. Особенности автоматического регулирования. Методы испытаний.
5. Цель и условия проведения испытаний на воздействие повышенной влажности. Классификация и основные параметры камер.
6. Способы получения повышенной влажности. Средства измерения повышенной влажности.

7. Сорбционные и термодинамические средства измерений.
8. Методы испытаний: длительные, ускоренные и кратковременные испытания.
9. Цель и условия проведения испытания на воздействие солнечного излучения. Конструкция камеры с солнечной радиацией.
10. Источники и средства измерений солнечного излучения. Методы испытаний.
11. Цель и условия проведения испытаний на воздействие морского (соляного) тумана. Камеры и их основные параметры.
12. Способы получения морского тумана. Средства измерений. Методы испытаний.
13. Цель и условия проведения испытаний на воздействие повышенного и пониженного атмосферного давления. Барокамеры.
14. Термобарокамеры. Основные параметры испытательных режимов.
15. Взаимосвязь параметров давления и температуры. Средства измерений. Методы испытаний.
16. Цель и условия проведения испытаний на статическое и динамическое воздействие пыли.
17. Способы получения пыли в камерах. Средства оценки степени воздействия пыли на изделие
18. Цель и условия испытаний на водонепроницаемость, водозащищенность
19. Оборудование для испытаний: ванны, баки, камеры дождя и другие виды.
20. Цель и условия испытаний на комбинированные воздействия: климатических факторов (например: холода, пониженного атмосферного давления и влажного тепла).
21. Условия обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) испытываемых изделий.
22. Цель натурных испытаний. Основные условия реализации.
23. Цель и условия испытаний на воздействие плесневых грибков
24. Состав и контроль споровой суспензии.
25. Цель и условия испытаний РЭС на коррозионно-активные воздействия.
26. Вероятность не обнаружения отказа
27. Организация взаимодействия объекта со средствами диагностирования
28. Диагностическая ценность обследования. Показатели диагностирования. Достоверность диагностирования.
29. Показатели эффективности. Расчет коэффициента качества и эффективности
30. Основные причины возникновения отказов
31. Научно-исследовательская деятельность. Основное определение и этапы.
32. Производственно-технологическая деятельность. Основное определение и этапы.
33. Проектно-конструкторская деятельность. Основное определение и этапы.
34. Регулировка и опытная поверка оборудования.
35. Организационно-управленческая деятельность. Основное определение и этапы.

36. Монтажно-наладочная деятельность. Основное определение и этапы.
37. Каким образом происходит анализ научно-технической информации ?
38. Математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов.
39. Автоматизированное проектирование и исследования
40. Проведение измерений, экспериментов и наблюдений, анализ результатов, составление описания проводимых исследований.
41. Подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.
42. Основные отличия, отечественного и зарубежного опыта исследования.
43. По каким стандартам происходит составление отчета по выполненному заданию ?
44. Организация защиты объектов интеллектуальной собственности.
45. Организация защиты результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятия.
46. Профилактика производственного травматизма, профессиональных заболеваний
47. Предотвращение экологических нарушений.
48. Особенности технико-диагностического контроля радиоэлектронных средств
49. Программные средства для подготовки документации
50. Структура научно-исследовательской статьи

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов, 10 стандартных задач и 10 прикладных задач. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 30.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 16 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 16 до 20 баллов.
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 21 до 25 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 26 до 30 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Структура и классификация контроля электронных средств	ПК-1, ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос, защита лабораторных работ,

			требования к курсовому проекту
2	Факторы, определяющие надежность радио- электронных средств	ПК-1, ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
3	Современные виды испытания радиоэлектронных средств.	ПК-1, ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
4	Современные и перспективные виды контроля радиоэлектронных средств	ПК-1, ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
5	Способы защиты радиоэлектронных средств от механических нагрузок	ПК-1, ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
6	Способы защиты электронных средств от ионизирующих воздействий.	ПК-1, ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
7	Способы обеспечение надежности электронных средств	ПК-1, ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос,
8	Механические характеристики ударных стендов.	ПК-1, ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
9	Влагозащита и герметизация радиоэлектронных средств.	ПК-1, ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос, защита лаборатор-

			ных работ, требования к курсовому проекту
10	Особенности конструирования электронных средств с целью защиты от солнечного излучения.	ПК-1, ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Давыдов П.С. Техническая диагностика РЭС и систем.-М.-Радио и связь,2003.383 с.

2. Испытания радиоэлектронной, электронно-вычислительной аппаратуры и испытательное оборудование: Учеб. Пособие для вузов. Под ред. А. И. Коробова. – М.: Радио и связь, 1987.-272с.

3. Байда Н.П., Неслора В.Н., Роик А.М., Самообучающие анализаторы производственных дефектов РЭА.М.: Радио и связь, 1991. – 256с.

4.Никитин Л.Н.Лозовой И.А. Автоматизированные системы испытаний РЭС :Учеб.пособие.Воронеж:Воронеж.гос.техн.ун-т,2011.-83 с.

5. Никитин Л.Н. Испытания РЭА: Учеб. пособие. Воронеж:.гос.техн.ун-т,2008.-218 с.

6. Никитин Л.Н. Испытания, контроль и диагностика радиоэлектронной аппаратуры: Учеб. пособие. Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т, 2009. -250 с.

7. Никитин Л.Н. Виртуальные методы испытаний: лабораторный практикум: учеб. пособие / Л.Н. Никитин, И.А. Лозовой. Воронеж: ФГБОУВПО «Воронежский государственный технический университет»,2011. 93 с.

8. Никитин Л.Н Испытание радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие. Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т, 3.5 Мб.2013.

9. Никитин Л.Н Учебное пособие по выполнению практических занятий для бакалавров, обучающихся по направлению 211000.(62) «Конструирование и технология электронных средств» и 200100.62 «Приборостроение» / ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический институт»; сост. Л. Н. Никитин. Воронеж, 2015. 133 с.

10. Федотов В.К. Контроль и испытания в проектировании и производстве радиоэлектронных средств / В.А. Федотов, Н.П. Сергеев. А.А. Кондрашин; под ред. В.К. Федотова. - М.: Техносфера, 2005. - 502с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

ПО: windows, open office, Acrobat reader, Google Chrome, программный комплекс «Creo Simulate».

Современная профессиональная база данных

Бесплатная база данных ГОСТ https://docplan.ru/

Электронная библиотека www.elibrary.ru/

Электронная библиотечные системы https://www.iprbookshop.ru/

https://e.lanbook.com/

Информационные справочные системы и сайты

ChipFind Документация http://www.allcomponents.ru/

Группа компаний «Промэлектроника» https://www.promelec.ru/

«Чип-Дип» https://www.chipdip.ru/

Электронная информационно-обучающая система ВГТУ

https://old.education.cchgeu.ru/

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная видеопроектором с экраном и пособиями по профилю.

Компьютерный класс, оснащенная ПЭВМ с установленным программным обеспечением, ауд. 225/3, 226/3.

Видеопроектор с экраном в ауд. 234/3.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Техническая диагностика РЭС» читаются лекции, проводятся лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомится с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;

	- подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП